

# ONLINE - Volume 2

## Errata corrige

### Pag. 231:

In Esempio 1, per un errore aritmetico il determinante della matrice è stato assunto nullo. L'esercizio è stato pertanto risolto utilizzando dati non corretti, si preferisce sostituire l'esercizio con il seguente.

#### 6.14.1 Esempio 1: materiale duttile simmetrico - criteri di Tresca e Von Mises

Un elemento costruttivo è realizzato in acciaio da costruzione S460 avente  $\sigma_R = 540 \text{ MPa}$  e  $\sigma_{YS} = 450 \text{ MPa}$ .

Dall'analisi a elementi finiti del componente sollecitato dai carichi di esercizio, si è individuato lo stato di tensione nel punto più critico espresso nel sistema di riferimento ortogonale  $Oxyz$ .

$$\begin{array}{lll} \sigma_{xx} = 100 \text{ MPa} & \sigma_{yy} = -100 \text{ MPa} & \sigma_{zz} = 60 \text{ MPa} \\ \tau_{xy} = 0 & \tau_{xz} = 80 \text{ MPa} & \tau_{yz} = 20 \text{ MPa} \end{array}$$

Si vuole condurre la verifica a snervamento utilizzando i criteri per materiali duttili simmetrici di Tresca e di Von Mises. Si richiede un coefficiente di sicurezza minimo pari a  $\varphi_s = 1.40$ .

Il tensore delle tensioni è dato da:

$$[S] = \begin{bmatrix} 100 & 0 & 80 \\ 0 & -100 & 20 \\ 80 & 20 & 60 \end{bmatrix} \text{ [MPa]}$$

Il coefficiente di sicurezza specificato permette di definire la tensione ammissibile a snervamento:

$$\sigma_{amm} = \frac{\sigma_{YS}}{\varphi_s} = \frac{450}{1.40} = 321 \text{ MPa}$$

Il criterio di Von Mises può essere applicato usando lo stato di tensione espresso in qualsiasi sistema di riferimento, in quanto formulato in funzione degli invarianti. Il criterio di Tresca richiede invece la determinazione delle tensioni principali.

*Le tensioni principali*

Le tensioni principali sono le radici del polinomio caratteristico:

$$\sigma_n^3 - I_1\sigma_n^2 + I_2\sigma_n - I_3 = 0$$

Gli invarianti del tensore  $[S]$  sono espressi da:

$$I_1 = \sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz} = 60 \text{ MPa}$$

$$I_2 = \sigma_{xx}\sigma_{yy} + \sigma_{xx}\sigma_{zz} + \sigma_{yy}\sigma_{zz} - \tau_{xy}^2 - \tau_{xz}^2 - \tau_{yz}^2 = -16800 \text{ MPa}^2$$

$$I_3 = \sigma_{xx}\sigma_{yy}\sigma_{zz} - \sigma_{xx}\tau_{yz}^2 - \sigma_{yy}\tau_{xz}^2 - \sigma_{zz}\tau_{xy}^2 + 2\tau_{xy}\tau_{xz}\tau_{yz} = 0$$

Il terzo invariante è nullo, pertanto una delle tre tensioni principali è nulla. Si assume  $\sigma_3 = 0$ . Il polinomio caratteristico si abbassa di grado:

$$\sigma_n^2 - I_1\sigma_n + I_2 = 0 \quad \rightarrow \quad \sigma_n^2 - 60\sigma_n - 16800 = 0$$

Le sue radici sono:

$$\sigma_1 = 163.0 \text{ MPa} \qquad \sigma_2 = -103.0 \text{ MPa}$$

*La verifica secondo Tresca*

$$\sigma_{eq} = \max \{ |\sigma_1 - \sigma_2|, |\sigma_3 - \sigma_2|, |\sigma_3 - \sigma_1| \}$$

$$\sigma_{eq} = \max \{ |163.0 + 103.0|, |103.0|, |-163.0| \} = 266.1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq} < \sigma_{amm} \qquad 266.1 < 321 \text{ MPa}$$

La verifica è soddisfatta, il margine ulteriore rispetto al raggiungimento della condizione ammissibile, che si ottiene dal rapporto tra  $\sigma_{amm}$  e  $\sigma_{eq}$ , indica un possibile incremento delle componenti del tensore di circa il 21%:

$$f_m = \frac{\sigma_{amm}}{\sigma_{eq}} \approx 1.21$$

*La verifica secondo Von Mises*

$$\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + (\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{zz} - \sigma_{xx})^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$

$$\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(100 + 100)^2 + (-100 - 60)^2 + (60 - 100)^2 + 6(80^2 + 20^2)}$$

$$\sigma_{eq} = 232.4 \text{ MPa}$$

La verifica è soddisfatta con un margine leggermente maggiore, infatti è ammesso un ulteriore incremento percentuale del 38% del carico per raggiungere la condizione limite ammissibile.

$$\sigma_{eq} < \sigma_{amm} \quad 232.4 < 321 MPa$$

$$f_m = \frac{\sigma_{amm}}{\sigma_{eq}} = 1.38$$

La tensione equivalente di Von Mises si può calcolare anche con le relazioni:

$$\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \quad (1)$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{I_1^2 - 3I_2} \quad (2)$$

#### Rappresentazione nello spazio di Haigh-Westergard

Essendo nulla una delle tre tensioni principali, la rappresentazione dello stato di tensione nello spazio di Haigh-Westergard è agevole in quanto ci si riferisce al piano delle  $\sigma_1$  e  $\sigma_2$ .

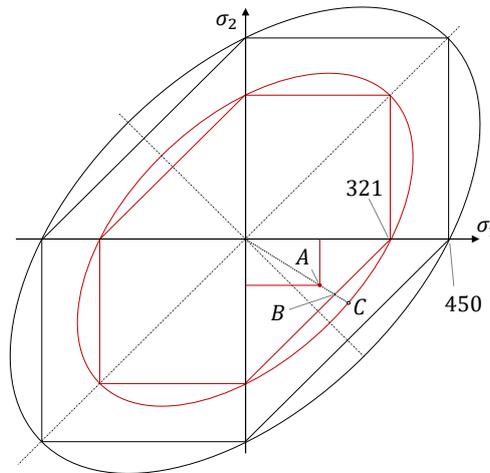


Figura 6.23: Frontiere elastica e ammissibile per i criteri di Tresca e di Von Mises e stato di tensione reale (A) nel piano di Haigh-Westergard

In figura sono riportate la frontiera elastica e quella ammissibile ottenuta scalando il dominio elastico del fattore di sicurezza richiesto a specifica. Il punto A rappresenta lo stato di tensione descritto dalle tre tensioni principali:  $\sigma_1 = 163.0 MPa$ ,  $\sigma_2 = -103.0 MPa$ ,  $\sigma_3 = 0$ . I punti B e C rappresentano l'intersezione con le frontiere ammissibili a seguito di un incremento proporzionale di tutte le tensioni. Esse forniscono un'idea del margine di incremento ulteriormente ammesso per i due criteri adottati.

### Altre correzioni

Di seguito sono indicate in rosso le altre modifiche per errori per lo più dovuti a refusi tipografici.

**Pag. 16:** ... o più comunemente  $N/mm^2$

**Pag. 27:**

$$t_{ln} = \bar{t}_n \cdot \bar{l} = \dots = -\frac{10}{3} = -3.33 \text{ [MPa]}$$

$$t_{mn} = \bar{t}_n \cdot \bar{m} = \dots = \frac{245}{3} = 81.67 \text{ [MPa]}$$

**Pag.33:**  $t_{mn} = t_{nm}$  (2.56)

**Pag. 33:** ... la nuova base  $\bar{t}_{x'}, \bar{t}_{y'}, \bar{t}_{z'}$  per determinare il vettore tensione ..

**Pag. 36:**

$$I_1 = \dots \quad (2.76)$$

$$I_2 = \begin{vmatrix} \sigma_{xx} & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_{yy} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \sigma_{xx} & \tau_{xz} \\ \tau_{xz} & \sigma_{zz} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \sigma_{yy} & \tau_{yz} \\ \tau_{yz} & \sigma_{zz} \end{vmatrix} \quad (2.77)$$

= ....

$$I_3 = \det[S] = \sigma_{xx}\sigma_{yy}\sigma_{zz} - \sigma_{xx}\tau_{yz}^2 - \sigma_{yy}\tau_{xz}^2 - \sigma_{zz}\tau_{xy}^2 + 2\tau_{xy}\tau_{xz}\tau_{yz} \quad (2.78)$$

**Pag. 37:** normale  $\bar{n}_j$  in figura 2.24:

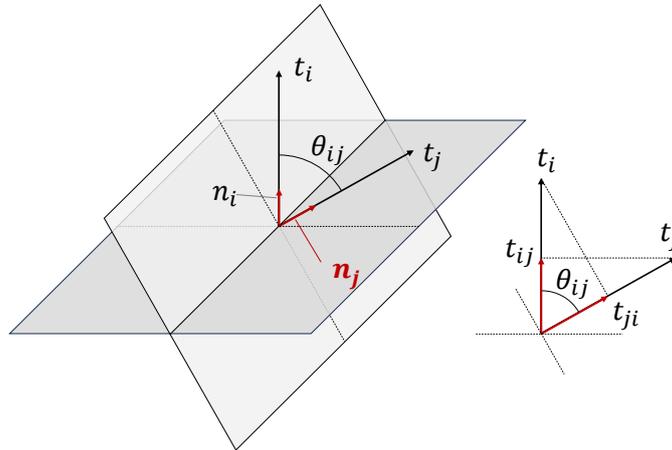


Figura 2.24: Relazione angolare tra due direzioni principali

**Pag. 40:**

$$I_3 = \sigma_{xx}\sigma_{yy}\sigma_{zz} - \sigma_{xx}\tau_{yz}^2 - \sigma_{yy}\tau_{xz}^2 - \sigma_{zz}\tau_{xy}^2 + 2\tau_{xy}\tau_{xz}\tau_{yz} = 0 \text{ [MPa}^3\text{]}$$

Pag. 41:

$$\begin{cases} 100\alpha_{x3} + (400 + 123.86)\alpha_{y3} = 0 & \rightarrow \alpha_{y3} = -0.19089 \alpha_{x3} \\ \dots & \\ \dots & \end{cases}$$

Pag. 50: in figura 2.36  $\tau_{xy}$  invece di  $\tau_{x'y'}$

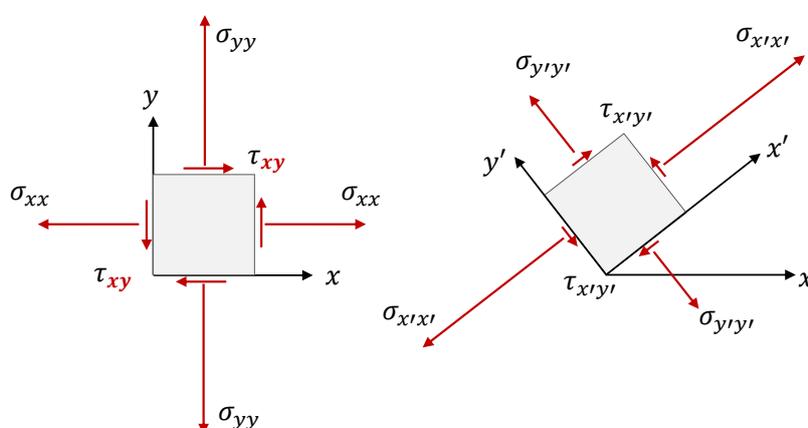


Figura 2.36: Stato di tensione nei sistemi di riferimento  $Oxyz$  e  $Ox'y'z'$

Pag. 51:

$$\sigma_n^2 - (\sigma_{xx} + \sigma_{yy})\sigma_n - \tau_{xy}^2 + \sigma_{xx}\sigma_{yy} = 0$$

Pag. 61: in figura 2.47, punto B:  $\sigma_{yy}$  invece di  $\sigma_{xx}$ :

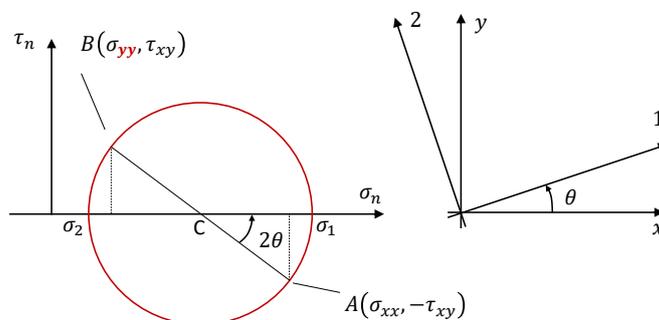


Figura 2.47: Rappresentazione della trasformazione per rotazione nel piano

**Pag. 89:**

$$d\bar{q}' = dq \cdot \left\{ 1 + \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial x}, \frac{\partial w}{\partial x} \right\} \quad (3.23)$$

$$d\bar{r}' = dr \cdot \left\{ \frac{\partial u}{\partial y}, 1 + \frac{\partial v}{\partial y}, \frac{\partial w}{\partial y} \right\} \quad (3.24)$$

$$d\bar{s}' = ds \cdot \left\{ \frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z}, 1 + \frac{\partial w}{\partial z} \right\} \quad (3.25)$$

**Pag. 89:**

$$dV' = (d\bar{r}' \wedge d\bar{s}') \cdot d\bar{q}' = \det \begin{bmatrix} 1 + \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial x} & \frac{\partial w}{\partial x} \\ \frac{\partial u}{\partial y} & 1 + \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{\partial w}{\partial y} \\ \frac{\partial u}{\partial z} & \frac{\partial v}{\partial z} & 1 + \frac{\partial w}{\partial z} \end{bmatrix} dqdrds \quad (3.27)$$

$$dV' = dV \cdot \det [F]^T = dV \cdot \det [F] \quad (3.28)$$

**Pag. 96:**

Figura 3.19: Rotazione rigida infinitesima  $\bar{\omega}$  e relativa scomposizione ...

**Pag. 115:**

Lo stato di deformazione si definisce triassiale quando le tre deformazioni principali sono diverse da zero...

**Pag. 119:**

$$\left( \varepsilon_{nn} - \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} \right)^2 + \frac{\gamma_n^2}{4} \geq \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2}{4} \quad (3.152)$$

**Pag. 123:** in figura 3.43, punto B,  $\varepsilon_{yy}$  invece di  $\varepsilon_{xx}$ :

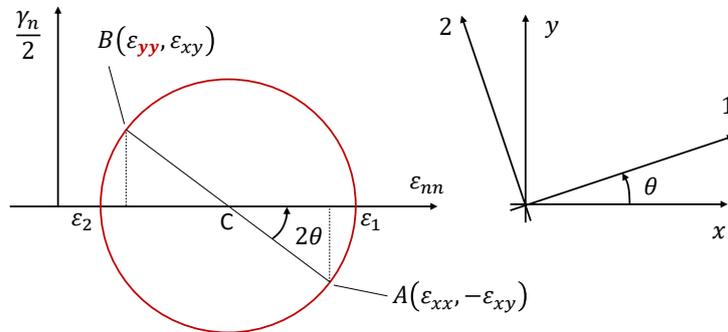


Figura 3.43: Relazione tra sistema principale e sistema generico

**Pag. 130:**

$$[H] = \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial u}{\partial y} & \frac{\partial u}{\partial z} \\ \frac{\partial v}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{\partial v}{\partial z} \\ \frac{\partial w}{\partial x} & \frac{\partial w}{\partial y} & \frac{\partial w}{\partial z} \end{bmatrix} = \dots$$

**Pag. 131:** per uniformità di notazione si sostituisce  $\theta$  con  $\omega$ :

$$[R] = \begin{bmatrix} 0 & -\omega_z & \omega_y \\ \omega_z & 0 & -\omega_x \\ -\omega_y & \omega_x & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \cdot 10^{-4} \rightarrow \begin{array}{l} \omega_x = -1 \cdot 10^{-4} \\ \omega_y = 0 \\ \omega_z = - \cdot 10^{-4} \end{array}$$

**Pag. 147:**

$$\bar{\varepsilon} = [\partial] \bar{u} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{zz} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{xy} \end{array} \right\} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial z} \\ 0 & \frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} & 0 & \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} & 0 \end{bmatrix} \left\{ \begin{array}{l} u \\ v \\ w \end{array} \right\} \rightarrow \dots \quad (4.3)$$

**Pag. 176:**

... e dal secondo invariante, nel quale  $\sigma_{ij}$  o  $\varepsilon_{ij}$  sono presenti solo con termini di secondo grado.

**Pag. 176:**

$$\Psi = \frac{1}{2E} (\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})^2 + \frac{1 + \nu}{E} (\sigma_{xx}\sigma_{yy} + \sigma_{xx}\sigma_{zz} + \sigma_{yy}\sigma_{zz} - \tau_{xy}^2 - \tau_{xz}^2 - \tau_{yz}^2) \quad (5.51)$$

**Pag. 187:** tolto il segno  $-$  nel termine finale dell'uguaglianza.

$$\sigma_{zz} = \frac{E \cdot \nu}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)} (\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}) = \nu (\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) \quad (5.109)$$

**Pag. 194:**

$$e_0 = 136.33 \cdot 10^{-6} \quad e_{60} = 290.73 \cdot 10^{-6} \quad e_{120} = -47.91 \cdot 10^{-6}$$

**Pag. 195:**

$$\gamma_{yz} = -\frac{2}{\sqrt{3}} (e_{120} - e_0) = 212.74 \cdot 10^{-6}$$

**Pag. 196:**

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_{yy} + \sigma_{zz}}{2} + \frac{\sigma_{yy} - \sigma_{zz}}{2} \cos(2\theta) + \tau_{yz} \sin(2\theta)$$

**Pag. 201:**

$$\Delta V = V' - V = 0.00122 \text{ m}^3$$

**Pag. 219:**

$$\tau_{ott}^2 = t_{ott}^2 - \sigma_{ott}^2 = \frac{1}{9} \left[ (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right] \quad (6.29)$$

**Pag. 264:**

$$\gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G} \quad \gamma_{xz} = \frac{\tau_{xz}}{G} \quad \gamma_{xy} = 0 \quad (7.81)$$

**Pag. 269:**

$$M_x = E [a S_x + b I_{xy} + c I_x] \quad (7.90)$$

**Pag. 279:**

Il suo modulo è  $\sigma_{zz} \cdot \alpha_z$  e le componenti  $\sigma_n = \sigma_{zz} \cdot \alpha_z^2$  e  $\tau_n = \sigma_{zz} \cdot \alpha_z \cdot \sqrt{1 - \alpha_z^2}$

**Pag. 299:**

$$A_1 = \pi \cdot (1 - 0.8^2) \frac{d_e^2}{4} \quad A_2 = \pi \cdot (0.9^2 \cdot 0.8^2) \frac{d_e^2}{4}$$

**Pag. 304:** rimuovere  $-F$  nella figura 8.40.

**Pag.306:** rimosso il segno =

$$z = 0 \quad \ln(A_0) = C \quad A_0 = \frac{|P_0|}{\sigma_{amm}} \quad \dots$$

**Pag. 306:**

$$D_e = 40 \text{ mm} \quad D_i = 36 \text{ mm} \quad A = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D_i^2) = 238.8 \text{ mm}^2$$

**Pag. 315:** tolto  $\nu$  per  $\varepsilon_{zz}$

$$\varepsilon_{zz} = \frac{\partial w}{\partial z} = \frac{M_x}{E I_x} y \quad \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad (9.11)$$

**Pag. 317:** tolto **2** al denominatore per  $v'$  e  $v''$ :

$$v = -\frac{M_x}{2EI_x} z^2 \quad \frac{dv}{dz} = -\frac{M_x}{EI_x} z \quad \frac{d^2v}{dz^2} = -\frac{M_x}{EI_x} = -k_x \quad (9.19)$$

**Pag. 323:**

$$M_x : \quad v = -\frac{M_x}{2EI_x} z^2 \quad \theta_x = \frac{M_x}{EI_x} z \quad (9.44)$$

$$M_y : \quad u = \frac{M_y}{2EI_y} z^2 \quad \theta_y = \frac{M_y}{EI_y} z \quad (9.45)$$

**Pag. 331:**

$$\sigma_{zz,A} = \frac{M_x}{I_x} \cdot \frac{h}{2} - \frac{M_y}{I_y} \cdot b_2 \quad \sigma_{zz,B} = \frac{M_x}{I_x} \cdot -\frac{h}{2} - \frac{M_y}{I_y} \cdot -b_1$$

**Pag. 335:**

$$\bar{M}_f = M_x \hat{i} + M_y \hat{j} = \bar{r}_C \wedge \bar{N} = N y_C \hat{i} - N x_C \hat{j} \quad (9.74)$$

**Pag.345:** tolto **= 0** nel secondo integrale

$$M_x = E k_\theta \left( R^2 \int_A \frac{dA}{r} - 2R \int_A dA + \int_A r dA \right) \quad (9.99)$$

**Pag. 348:**

$$2) \quad v(b) = 0 \quad -\frac{M_x}{E I_x} \frac{b^2}{2} + C b = 0 \quad \rightarrow \quad C = \frac{M_x}{E I_x} \frac{b}{2}$$

**Pag. 351:**

$$\phi_{s,t} = \frac{\sigma_{cr,t}}{\sigma_{zz,max}} = \frac{250}{119.6} = 2.09 \quad \phi_{s,c} = \frac{\sigma_{cr,c}}{|\sigma_{zz,min}|} = \frac{360}{148.1} = 2.43$$

**Pag. 352:**

$$U_E = \frac{M_x^2}{2E I_x} L = 89.2 \text{ J}$$

**Pag. 355:**

$$v = -\frac{M_X}{2E I_X} z^2 \quad \rightarrow \quad v(b) = -4.78 \text{ mm}$$

$$u = \frac{M_Y}{2E I_Y} z^2 \quad \rightarrow \quad u(b) = -18.42 \text{ mm}$$

**Pag. 375:** rimosso  $\frac{\partial w}{\partial z}$  per  $\sigma_{zz}$

$$\sigma_{xx} = 0 \quad \sigma_{yy} = 0 \quad \sigma_{zz} = 0 \quad \tau_{xy} = 0 \quad (10.21)$$

**Pag. 404:**

$$\rightarrow \quad \frac{2\Omega}{\int_{\Lambda_m} \frac{d\lambda}{b(\lambda)}} - b(\lambda) r_{\perp}(\lambda) \quad \forall \lambda \in \Lambda_m \quad (10.137)$$

**Pag. 404:**

$$r_{\perp 2} b_2 = r_{\perp 1} b_1 \quad \rightarrow \quad h_1 b_2 = h_2 b_1 \quad (10.139)$$

**Pag. 411:**

$$\Delta\theta_{z,tot} = \sum_{i=1}^n \Delta\theta_{z,i} \quad (10.167)$$

**Pag. 417:**

$$\sigma_{eq}^- = \min \{ \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 \} = -\tau_{\lambda z} \geq -\frac{\sigma_0^-}{\varphi} \quad (10.180)$$

**Pag. 420:**

$$\tau_{\lambda z} = 78.6 < \frac{\sigma_{amm}}{\sqrt{3}} = 92.4 \text{ MPa}$$

**Pag. 432:**

$$\tau_{\lambda z 1} = \frac{\Phi_1}{2s} = 115.2 \quad \tau_{\lambda z 2} = \frac{\Phi_2}{s} = 139.4 \quad \tau_{\lambda z 3} = \frac{|\Phi_3|}{3s} = 30.3 \text{ (MPa)}$$

**Pag. 433:**

$$J_T = \frac{4\Omega^2}{\int_{\Lambda_m} \frac{d\lambda}{s(\lambda)}} \quad \rightarrow \quad \int_{\Lambda_m} \frac{d\lambda}{s(\lambda)} = \frac{1}{2s} \int_{\Lambda_1} d\lambda + \frac{1}{s} \int_{\Lambda_2} d\lambda$$

**Pag. 438:**

$$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \tau_{xy} = 0 \quad (11.3)$$

**Pag.467:** nella figura 11.39, terzo caso:

$$e \approx \frac{H \cdot B_2^3}{B_1^3 + B_2^3}$$

**Pag. 474:**

$$\gamma_y = \chi_y \frac{T_y}{GA} + \chi_{xy} \frac{T_x}{GA} \quad \gamma_x = \chi_{xy} \frac{T_y}{GA} + \chi_x \frac{T_x}{GA} \quad (11.93)$$

**Pag. 475:**

$$\frac{dv_T}{dz} = \gamma_y = \chi_y \frac{T_y}{GA} \quad \frac{du_T}{dz} = \gamma_x = \chi_x \frac{T_x}{GA} \quad (11.94)$$

**Pag. 483**

... Per le due ali si parte dalle estremità con le coordinate  $\lambda_2$  e  $\lambda'_2$ .

**Pag. 483:** per uniformità di notazione si riporta il modulo:

$$\tau_{\lambda z, 3, b} = \frac{T_y}{I_x} \left| \frac{2a b_1 y_{G1}}{b_2} + 2a (a + y_{G1}) \right| = 3.18 \text{ MPa}$$

**Pag. 485:**

$$\tau = \frac{F_v}{A_v} = 79.8 \text{ MPa} \quad \rightarrow \quad \phi_s = \frac{\tau_{amm}}{\tau} = 1.251$$

**Pag. 492:**

$$\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_{\lambda\lambda} - \sigma_{\rho\rho})^2 + (\sigma_{\rho\rho} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{zz} - \sigma_{\lambda\lambda})^2 + 6(\tau_{\lambda\rho}^2 + \tau_{\lambda z}^2 + \tau_{\rho z}^2)}$$

**Pag. 508:** figura 12.18 e Pag. 511: figura 12.22, nel riquadro:

$$\sigma_N = \frac{32 M_f}{\pi D^3}$$

**Pag.522:** rimosso  $\int_A$  dal secondo integrale:

$$\begin{aligned} L_{vi} &= \int_L \left( \int_A \{\bar{\sigma}^A\}^T \{\bar{\varepsilon}^B\} dA \right) dz = \\ &= \int_L \left( \frac{N^A N^B}{EA} + \frac{M_x^A M_x^B}{EI_x} + \frac{M_y^A M_y^B}{EI_y} + \frac{M_z^A M_z^B}{GJ_T} \right) dz \quad (13.17) \end{aligned}$$

**Pag. 534:**

$$M_x(z) = \frac{P b}{L} z - P (z - a) \quad a \leq z \leq a + b$$

**Pag. 545:**

$$G J_T \frac{d\theta_{z_1,AD}}{dz_1} = -X b \quad G J_T \theta_{z_1,AD} = -X b z_1 + B_1$$

**Pag. 558:**

$$\eta_D - \frac{R_{BY}}{EA_1} \frac{\partial R_{BY}}{\partial F} = \int_0^a \frac{M_x}{EI_{x,2}} \frac{\partial M_x}{\partial F} dz + \int_a^{a+b} \frac{M_x}{EI_{x,2}} \frac{\partial M_x}{\partial F} dz$$

**Pag. 562:**

$$M_z(Q, q, X_j) = M_{z,o}(Q, q) + \sum_{j=1}^m X_j m_{z,j} \quad (13.108)$$

**Pag. 564**

$S_0$  : struttura caricata dai soli carichi esterni ( $N_0, M_{x,0}, M_{y,0}, M_{z,0}$ )

**Pag. 569:**

$$L = 100 \text{ mm} \quad \dots \quad \sigma_{ys} = 538 \text{ MPa}$$

**Pag. 569:**

$$I_x = \frac{B \cdot H^3}{12} - \frac{(B - 2s) \cdot (H - 2s)^3}{12} = 3317.1 \text{ mm}^4$$

**Pag.570:** non indicata la freccia del momento unitario in figura 13.37

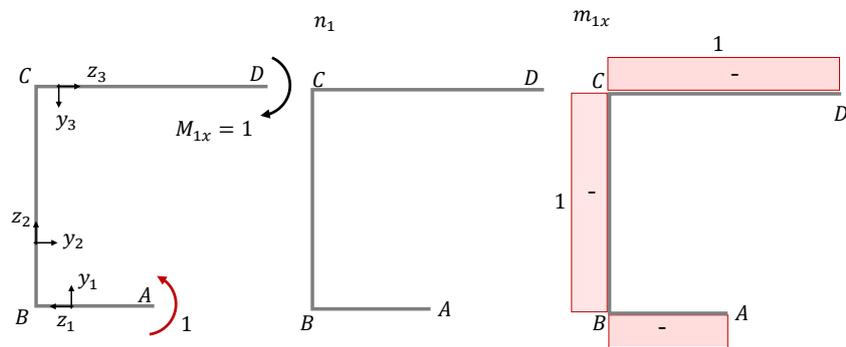


Figura 13.37: Schema di corpo libero e grafici di azione interna del *sistema 1*

**Pag. 571:**

$$N = \begin{cases} -X_2 & \rightarrow & -\frac{15}{52}F & 0 \leq z_1 \leq L \\ F & & & 0 \leq z_2 \leq 2L \\ X_2 & \rightarrow & \frac{15}{52}F & 0 \leq z_1 \leq L \end{cases}$$

**Pag.585:**

$$dz = R_{y,\alpha} d\theta_x \quad \rightarrow \quad d\theta_x = \frac{dz}{R_{y,\alpha}} = \alpha a_y dz \quad (13.139)$$

**Pag. 593:** didascalia della figura

Figura 14.3: Fenomeni d'instabilità strutturale: a) **colonna**, b) **asta compressa in struttura reticolare**, c) instabilità locale sulle ali di una sezione a I, d) guscio a spessore sottile in torsione, e) crash di una lamiera

**Pag. 643:** didascalia della figura

Figura 15.1: Curve di trazione per materiali duttili: a) **con snervamento convenzionale** ( $\varepsilon_{res} = 0.002$ ), b) **con snervamento manifesto**

**Pag. 657:**

$$K_{x,Y} = \frac{2\sigma_{ys}}{E H} \quad K_x = \frac{2\sigma_{ys}}{E h} \quad \rightarrow \quad \frac{K_{x,Y}}{K_x} = \frac{h}{H} \quad (15.35)$$

**Pag. 661**

La coordinata ... per la sezione rettangolare è  $2/3$  di quello di collasso, quindi  $M_{x,Y} = \frac{B H^2}{6} \sigma_{ys}$ .

**Pag. 670:**

sistema equilibrato:  $F_{lim} \rightarrow R_C \ R_B \ M_{C,A} \ M_{C,B}$  (15.79)

**Pag. 681:**

$$F_{1,lim}(1 - \alpha) \theta L = 3M_{CP} \theta \rightarrow \frac{F_{1,lim}L}{M_{CP}} = \frac{3}{1 - \alpha}$$